

ная модель, если амплитуда изменяется (возрастает, уменьшается), то применяется мультипликативная модель. Поскольку в данном случае амплитуда постоянна, то используется аддитивная модель, которая имеет вид:

$$Y = S + T + E,$$

где  $Y$  - прогнозное значение выручки;

$S$  - сезонная вариация;

$T$  - трендовое значение;

$E$  - случайная ошибка модели.

Третья модель, используемая в данном исследовании – линейная модель парной регрессии:

$$y_t^{(j)} = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t.$$

где  $j$  - номер дня недели (1-понедельник, 2- вторник и т.д.),  $j = 1..7$ .

Для каждого дня недели строится своя модель. В зависимости от того, к какому дню недели принадлежит прогнозное значение, происходит выбор той или иной модели.

Кроме того, в ходе изучения данных было обнаружено, что на величину выручки влияет не только день недели, но и тот факт, является ли день праздничным. Для учета праздничных дней используется схема, включающая удаление праздничных дней из выборки; определение, являются ли праздничные дни «выбросом» для выборки; расчет полученного прироста выручки (если праздничный день является «выбросом»). Далее если прогнозное значение выпадает на праздничный день, оно корректируется с учетом полученного прироста.

**Заключение.** В представленной работе рассмотрены регрессионные модели прогнозирования выручки. Были выбраны три модели, позволяющие учесть периодические колебания в данных, вызванные неравномерным распределением выручки в течение недели. Выполнено моделирование с использованием реальных данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 311 с.
2. Одияко Н.Н, Голодня Н.Ю. Применение аддитивной и мультипликативной моделей прогнозирования // Экономика и предпринимательство. – 2013. – Т. 41. – № 12. – С. 667–674.
3. Любушин Н.П, Бабичева Н.Э. Анализ подходов к оценке и прогнозированию выручки от продаж с учетом сезонной составляющей // Экономический анализ: теория и практика. – 2004. – № 6. – С. 6–16.

#### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАКУПОК С ПОМОЩЬЮ ОБРАТНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

*П.Э.Тугар-оол*

(г. Томск, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники)  
e-mail: paula94@rambler.ru

#### SOLUTION OF THE PROBLEM OF OPTIMIZATION OF PROCUREMENT WITH REVERSE CALCULATIONS

*P.E. Tugar-ool*

(Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics)

**Abstract.** The article describes the solution of the problem of optimization of purchases with the help of reverse computations with known demand, price and volume of funds

**Keywords:** inverse computations, increment of functions, optimization problems in the economy, nonlinear programming, optimization methods

**Введение.** Поиск оптимальных значений параметров является одной из важных задач, решаемых при создании новых технических систем, управлении производством или технологическими процессами [1]. На практике часто возникают задачи, в которых нужно не просто найти любое решение, а наилучшее из возможных решений. Помимо существующих методов решения задач такого рода, также можно воспользоваться методом обратных вычислений. Аппарат обратных вычислений был разработан относительно недавно, но уже нашел практическое применение в различных областях образования и экономики [2].

Цель данной работы – оптимизация выпуска продукции на предприятии ИП Курбанова «Кондитерский цех» при известном спросе на товары за последние три месяца и ограниченном объеме средств.

Исходя из поставленной цели, решаются следующие задачи: формулировка экономико-математической модели задачи, решение задачи с помощью метода обратных вычислений, проверка полученного результата методом штрафов.

**Обратные вычисления.** Решение задач с помощью обратных вычислений – это получение точечных значений приростов аргументов целевой функции на основании ее задаваемого значения и дополнительной информации, поступающей от лица, формирующего решение. В качестве такой информации могут быть указаны коэффициенты относительной важности целей, индивидуальные коэффициенты прироста аргументов, единый коэффициент прироста аргументов [3]. В случае использования коэффициентов относительной важности решение задачи может быть получено путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} y \pm \Delta y = f(x \pm \Delta x(\alpha), z \pm \Delta z(\beta)); \\ \frac{\Delta x}{\Delta z} = \frac{\alpha}{\beta}; \\ \alpha + \beta = 1, \end{cases}$$

где  $\Delta x, \Delta z$  – приращение аргументов;

$\alpha, \beta$  – коэффициенты относительной важности приращений  $\Delta x, \Delta z$  соответственно;

$y, \Delta y$  – исходное значение и приращение результирующей функции.

Решая данную систему относительно  $\Delta x$  и  $\Delta z$ , получим необходимые приросты аргументов. Если в решаемой задаче отсутствует информация о коэффициентах, то можно вычислить коэффициенты пропорциональности с помощью вычисления градиента функции:

$$\nabla y = \left( \frac{\partial y}{\partial x}, \frac{\partial y}{\partial z} \right).$$

В экономических расчетах нередко используются функции, число аргументов в которых более двух. В этих случаях рекомендуется применять процедуры свертки/развертки, что позволит существенно упростить процесс обратных вычислений путем применения стандартных базовых конструкций [4].

**Нелинейное программирование.** В общем виде задачи нелинейного программирования имеет вид:

$$\begin{aligned} f(x) &\rightarrow \min(\max), \quad x \in R^n; \\ h_i(x) &= 0, \quad i = \overline{1, m}, \end{aligned} \tag{1}$$

где  $f(x)$  – целевая функция;

$h_i(x)$  – ограничения.

Определение приращений аргументов можно представить в виде задачи нелинейного программирования (1) с квадратичной целевой функцией [5]:

$$f(\Delta x) = \Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 \rightarrow \min(\max);$$

$$(x_1 + \Delta x_1)(x_2 + \Delta x_2) = y + \Delta y.$$

Для решения подобных задач можно воспользоваться существующими методами многомерной оптимизации, которые делятся на методы прямого поиска (Хука-Дживса, симплексный и др.) и градиентные (Флетчера-Ривза, наискорейшего спуска и др.) [6]. Основным недостатком методов прямого поиска является проведение большого числа итераций для нахождения решения, а градиентных методов – необходимость вычисления производной функции.

Задача, рассматриваемая в данной работе, представлена следующей моделью:

$$\begin{cases} f = (V_1 - S_1)^2 + (V_2 - S_2)^2 + \dots + (V_n - S_n)^2 \rightarrow \min; \\ V_1 * C_1 + V_2 * C_2 + \dots + V_n * C_n \leq R; \\ V \geq 0, \end{cases}$$

где  $V$  - объем выпуска продукции;

$S$  - спрос;

$C$  - цена;

$R$  - объем средств;

$n$  - вид продукции.

**Заключение.** Результатом данной работы будет модель, которая позволит определить значения объема выпуска конкретных видов товаров, имея информацию о спросе, цене и объеме средств. Решение оптимизационной задачи будет получено с помощью обратных вычислений и методом штрафов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Задачи оптимизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.matburo.ru/mart\\_sub.php?p=art\\_lp\\_1](https://www.matburo.ru/mart_sub.php?p=art_lp_1) (дата обращения 15.10.2017)
2. Виштак О.В., Штырова И.А. Использование технологии обратных вычислений при мониторинге качества дополнительного образования в ВУЗе // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2014. – № 2. – С.67–73.
3. Грибанова Е.Б. Решение обратных задач экономики с учетом ограничений с помощью модифицированного метода обратных вычислений // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2016. – №6. – С.35–40.
4. Одинцов Б.Е. Обратные вычисления в формировании экономических решений. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 192 с.
5. Грибанова Е.Б. Методы решения обратных задач экономического анализа// Корпоративные финансы. 2016. – №1. – С.119–130.
6. Мицель А.А., Шелестов А.А. Методы оптимизации. – Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2004. – 256 с.

#### УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЯМИ В ЛИЧНОМ БЮДЖЕТЕ

*Часовская А.Д., Григорьева М.В.*

*(г. Томск, Томский университет систем управления и радиоэлектроники)*

*e-mail: chasovskaya.a@outlook.com*

#### MANAGEMENT OF INVESTMENTS IN THE PERSONAL BUDGET

*Chasovskaya A. D., Grigoryeva M.V.*

*(Tomsk, Tomsk University of Control Systems and Radioelectronics)*

**Abstract.** Drawing up of the family budget family budgets. Additional revenues are presented as investment strategies using characteristics. The object of the study are operations in the family budget. The